

Е.А. Коломак

Институт экономики и организации промышленного производства  
СО РАН, Новосибирск

## **Эффективность инфраструктурного капитала в России**

В работе оценивается влияние инфраструктурного капитала на производительность труда в России. Рассматриваются традиционные элементы: средства связи, железные и автомобильные дороги. Используется эконометрическое моделирование, идея которого состоит в расширении производственной функции за счет включения инфраструктурного капитала и внешних эффектов соседних регионов. Расчеты показывают, что вклад транспортной инфраструктуры является незначимым, влияние же инфраструктуры связи – положительное и значимое, эффекты пространственных экстерналий различаются для западной и восточной частей страны.

**Ключевые слова:** *инфраструктура, экономическое развитие, пространственные внешние эффекты, регионы России.*

Классификация JEL: H41, O40, R11.

### **1. Введение**

Общество все больше зависит от развития и качества работы инфраструктурных отраслей, обеспечивающих доставку благ и услуг. Все больше российских политиков признает, что инфраструктура – важный фактор экономического и социального развития. Их интерес к инфраструктуре во многом инспирирован историей развитых стран, которые демонстрировали динамичный рост благодаря крупным вложениям в инфраструктурные проекты. Однако академическая литература не всегда признает непосредственную связь между темпами экономического развития и инвестициями в инфраструктуру.

В рамках неоклассической теории роста предполагается, что экзогенные шоки в результате инвестиций в инновации увеличивают отдачу от капитала. Инвестиции, в свою очередь, создают дополнительный спрос на капитал, сокращая отдачу от капитала и восстанавливая исходное соотношение капитала и труда, при этом объем выпуска в новом равновесии увеличивается. По предположению неоклассической теории, инвестиции в инфраструктуру – как в одну из форм капитала – имеют свойство сокращающейся отдачи и не могут быть источником долгосрочного роста, являясь следствием роста. Однако следует учесть, что в рамках этой теории инвестиции мгновенно реагируют на флуктуации в отдаче на капитал. Инвестиции в инфраструктуру, которая в большинстве случаев представляет собой общественное благо, подвержены активному государственному контролю, поэтому эффекты рыночного регулирования частично блокированы. В теории считается, что замедленные реакции на дефицит инфраструктуры влияют только на время, которое требуется для возвращения на равновесную траекторию, и не определяют темпы долгосрочного роста. Но период

переходного состояния может занимать десятилетия, и с практической точки зрения адекватность восприятия сигналов со стороны инвестиций в инфраструктуру может быть существенным фактором, объясняющим различия в темпах роста стран и регионов.

В теории эндогенного роста допускается возрастающая отдача на масштаб одновременно со снижающейся или постоянной отдачей от факторов производства. Любой отдельный фактор производства, включая инфраструктуру, может быть источником экономии на масштабе, увеличивающим темпы долгосрочного роста. Инвестиции в инфраструктуру могут нести инновации, технологический прогресс и рост производства в экономике.

Эмпирические оценки связи инфраструктуры и темпов экономического роста не добавляют ясности и не позволяют подтвердить или опровергнуть выдвинутые альтернативные гипотезы. Д. Ошауер (Aushauer, 1989) обнаружил, что транспортная инфраструктура имеет значимый положительный эффект на среднюю производительность факторов производства в США. С. Нортон (Norton, 1992) показал, что межстрановые различия в росте ВВП на душу населения связаны среди прочего с телекоммуникационной инфраструктурой. И. Надири и Т. Мамунес, а также К. Моррисон и А.-Э. Шварц (Nadiri, Mamuneas, 1994; Morrison, Schwartz, 1996) подтвердили наличие значимого влияния на увеличение производительности труда в промышленности в результате роста инфраструктурного капитала. Некоторые авторы (Martin, Rogers, 1995; Rietveld, 1995) пришли к заключению, что инфраструктурная обеспеченность объясняет межрегиональные различия, однако другие авторы (Holtz-Eakin, Lovely, 1996) не обнаружили прямой связи инфраструктуры и выпуска, но получили доказательство ее положительного влияния на расширение ассортимента продукции. Анализ ситуации в странах Восточной Азии, проведенный в (Straub, Vellutini, Warlters, 2008), не выявил статистически значимой связи между инфраструктурой и экономическим ростом.

С. Страуб (Straub, 2007) подготовил обзор 30 эконометрических исследований, выполненных для макроуровня. В 56% работ подтверждена положительная статистически значимая связь между инфраструктурой и уровнем выпуска, в 38% – статистически значимая связь не обнаружена, в 6% – получена статистически значимая отрицательная зависимость. С. Страуб объясняет противоречивость выводов тем, что исследовались экономики, которые находятся на различных уровнях экономического развития. В работе (Nijkamp, Poot, 2003) изучались результаты эмпирических оценок связи между инфраструктурой и темпами роста, представленные в реферируемых журналах. Было обнаружено, что в 72% статей доказывалось присутствие положительной зависимости, в 8% – отрицательной, в 20% – связь не обнаружена. Ф. Нийкам и Дж. Пут выявили зависимость выводов от спецификации моделей, структуры данных и используемых эконометрических мето-

дов. Большинство исследований, в которых применялась техника анализа временных рядов, обнаружили положительное влияние инфраструктуры на экономический рост, причем вероятность выявления значимой зависимости тем выше, чем больше был период наблюдения. Но меньше половины оценок, выполненных на панельных и пространственных данных, подтвердили гипотезу положительной и значимой связи между инфраструктурой и экономическим развитием.

Однако даже те эконометрические модели, связывающие инфраструктуру и продуктивность экономик национального и регионального уровня, которые выявили наличие статистически значимых зависимостей, давали сильно различающиеся количественные оценки. Этот факт привел ряд исследователей (Holtz-Eakin, 1994; Kelejian, Robinson, 1997) к заключению, что существуют неучтенные внешние эффекты, которые приводят к недооценке (или переоценке в случае отрицательных экстерналий) вклада инфраструктуры, когда оценивание делается на основе региональных данных, так как влияние распространяется за границы регионов. Они показали, что внешние эффекты инфраструктуры, рассматриваемой на уровне штатов, были отрицательными, подтвердив доминирование эффектов межрегиональной конкуренции за мобильные ресурсы над эффектами кооперации. Испанские исследователи Р. Морено и Э. Лопез-Базо (Moreno, Lopez-Bazo, 2007) тестировали зависимость внешних эффектов от типа инфраструктуры, выделяя местную и транспорт. Они обнаружили, что, во-первых, отдача для агрегированного выпуска регионов от местной инфраструктуры выше, чем от транспорта, и, во-вторых, внешние эффекты генерируются только транспортом, при этом они носят отрицательный характер. Дж. Коэн и К. Монако (Cohen, Monaco, 2008) оценивали вклад транспортной инфраструктуры в изменение производительности труда, издержек и занятости в промышленном секторе США. Они пришли к заключению, что инвестиции в развитие портовой инфраструктуры снижают издержки местных производителей.

Неоднозначность выводов о связи инфраструктуры с экономическими характеристиками развития, получаемых в результате эмпирических исследований, находит ряд объяснений. Во-первых, положительный эффект инфраструктуры реализуется в условиях благоприятной макроэкономической ситуации, которая способствует эффективному распределению ресурсов и исключает инфляционные и спекулятивные искажения. Во-вторых, так как инфраструктура сама по себе не создает экономический потенциал, а только способствует росту производительности труда и частного капитала, то дефицит последних не позволяет оценить эффект инфраструктуры. Баланс между факторами производства и распределением инвестиций между производственным и инфраструктурным капиталом является требованием оптимизации долгосрочного экономического роста. В-третьих, основная роль инфраструктуры состоит в обеспечении надежности и качества услуг, в связи с этим использование в эмпирических оценках

физических характеристик инфраструктурного капитала, без учета степени удовлетворенности потребителей, которая включает внедрение инноваций, совершенство менеджмента, эффективность эксплуатации существующих мощностей, искажает его реальную оценку. Расчеты (Hulten, 1997) показали, что эффект роста на 1% эффективности использования инфраструктуры в 7 раз больше влияния 1%-ного увеличения инвестиций в инфраструктуру. В (Canning, Pedroni, 2004) исследовались 100 развивающихся и развитых стран, и авторы пришли к заключению, что нет подтверждений дефицита таких элементов инфраструктуры, как автомобильные дороги и телефонные сети, однако существуют проблемы менеджмента. А. Стефан (Stephan, 1997), исследуя обеспеченность автомобильными дорогами Восточной и Западной Германии, пришел к выводу, что для устранения диспропорций необходимы не инвестиции в расширение сети дорог, а улучшение качества и эффективности эксплуатации существующих.

Наконец, из-за специфических свойств и высоких издержек инфраструктурные проекты очень часто финансируются и инициируются государственными органами и являются предметами политических решений. Включенные в государственную политику, они подвержены искажениям, связанным с лоббированием интересов отдельных территорий или промышленных групп. Влияние искажений, обусловленных политическими процессами, исследовалось в ряде работ. В исследованиях (Stephan, 1997; Cadot et al., 2002) авторы не нашли подтверждения максимизации отдачи от инфраструктуры при принятии решений о размещении инфраструктурных проектов, но обнаружили эффект логроллинга и лоббирования со стороны партий и промышленных групп. Первые преследуют цели переизбрания и склонны к принятию популистских решений, вторые минимизируют собственные издержки. В работах (Hulten, 1997; Canning, Pedroni, 1999) было высказано предположение, что существует оптимальный размер инфраструктурного капитала, который максимизирует экономический рост, превышение этого уровня означает неэффективное использование ограниченных ресурсов и снижение темпов экономического развития.

В данной работе оценивается вклад инфраструктуры в экономическое развитие регионов России с учетом пространственных внешних эффектов. Результаты анализа послужили аргументами для реформирования существующей системы финансирования инфраструктуры и обоснования необходимости более эффективной институциональной среды.

В статье тестируются следующие гипотезы.

Гипотеза 1. Инфраструктура является важным фактором роста производительности в регионах России.

Гипотеза 2. Инфраструктура создает пространственные внешние эффекты, которые выходят за рамки административных границ территорий.

## 2. Модель

Существуют два основных методологических подхода к оценкам вклада инфраструктуры в динамику экономического развития. Первый, объединяющий большую часть исследований, состоит в построении агрегированной производственной функции и в оценивании отдачи от инфраструктуры на основе показателей эластичности. Вторым подходом является конструирование функции затрат (Morrison, Schwartz, 1996; Cohen, Monaco, 2008), где анализируется соотношение издержек и выгод от инвестиций в инфраструктуру. Концепция двойственности подразумевает эквивалентность этих подходов, однако модели их эконометрического оценивания различаются. В производственной функции факторы трактуются как экзогенные переменные, а выпуск – как эндогенная переменная. В функции издержек экзогенными величинами являются выпуск продукции и цены факторов производства, в то время как факторы производства и издержки – эндогенными. Подход, основанный на построении функции издержек, дает возможность более детального анализа эффективности инфраструктуры, включающего поведение предприятий и технологические решения, но при этом требует существенно больше данных. Кроме того, этот подход использует предположение о конкурентном рынке факторов производства и о том, что цель предприятия состоит в минимизации издержек, а это часто не отвечает реальности. Оценка производственной функции требует меньше информации и опирается на более реалистичные предположения, эти достоинства определили выбор модели исследования.

В данной работе базовая теоретическая модель использует идею расширенной агрегированной производственной функции за счет инфраструктурного капитала, который в задаче разделен на  $k$  различных элементов, где  $A$  – общая факторная производительность;  $K$  – производственный капитал;  $L$  – трудовые ресурсы;  $G$  – инфраструктурный капитал.

Предположение о том, что производственная функция принадлежит к типу Кобба–Дугласа<sup>1</sup>, и ее логарифмирование приводят к выражению, которое может быть оценено стандартными эконометрическими методами:

$$\ln Q = \ln A + a \ln K + b \ln L + \sum_{s=1}^k c_s \ln G_s + \varepsilon, \quad \varepsilon \sim N(0, \sigma^2 I). \quad (1)$$

Гипотеза о наличии пространственных внешних эффектов, генерируемых инфраструктурой, дает дополнительное расширение модели, которое включает структуру пространственных связей и моделируется с помощью матрицы пространственных весов. Зависимость региональной производительности от инфраструктурного капитала соседних регионов расширяет модель:

$$\ln Q = \ln A + a \ln K + b \ln L + \sum_{s=1}^k c_s \ln G_s + \sum_{s=1}^k \rho_s W \ln G_s + \varepsilon, \quad (2)$$

<sup>1</sup> Трансцендентная логарифмическая функция учитывает вторичные эффекты на показатели эластичности и является более гибкой аппроксимацией производственных технологий. Однако оценивание данной функциональной формы показало, что переменные произведения факторов производства и их степеней оказались статистически незначимыми. Тестирование гипотезы о равенстве 0 подмножества соответствующих коэффициентов также показало, что гипотеза не может быть отвергнута. В связи с этим в исследовании использовалась функция Кобба–Дугласа.

где  $W$  – матрица пространственных весов;  $\rho_s W \ln G_s$  – компонента, отражающая пространственный лаг.

Матрица пространственных весов  $W$  задается экзогенно, ее элементы, как правило, отражают расстояние между наблюдаемыми объектами, исходя из географического критерия. Одной из распространенных матриц пространственных весов является бинарная матрица соседства, где индивидуальные элементы  $w_{ij}$  принимаются равными 1, если регионы  $i$  и  $j$  ( $i \neq j$ ) имеют общую границу, и равными 0, если общих границ нет. Такая спецификация предполагает, что все соседние регионы оказывают одинаковое влияние друг на друга, при этом связи с регионами, которые не имеют общих границ, отсутствуют. Другой подход состоит в определении  $w_{ij}$  следующим образом:

$$w_{ij}(q) = \begin{cases} 0, & \text{если } i = j, \\ 1/d_{ij}, & \text{если } i \neq j, \end{cases}$$

где  $d_{ij}$  – расстояние между региональными центрами. Элементы матрицы пространственных весов в этом случае будут аналогами гравитационных коэффициентов.

Первая тестируемая гипотеза предполагает, что коэффициенты при переменных инфраструктуры являются положительными и статистически значимыми:  $c_s > 0$ . Из второй гипотезы следует, что коэффициенты при пространственных переменных  $\rho_s$  отличны от 0, они могут быть положительными или отрицательными: в первом случае доминируют эффекты межрегиональной кооперации, во втором – эффекты межрегиональной конкуренции.

### 3. Информация

В экономической литературе существует несколько подходов как к определению, так и к оценке инфраструктурного капитала. Наиболее широкое определение инфраструктуры требует рассмотрения всей системы обслуживания производства и населения, иногда инфраструктура определяется только как комплекс обслуживания производства или даже как часть сферы услуг, в которой происходит продолжение процесса производства, когда готовый товар находится на пути к потребителю. Такое толкование инфраструктуры не позволяет выполнить эмпирические оценки, так как предполагает выделение вспомогательных и обслуживающих подразделений каждого экономического агента, что в существующей системе статистики отсутствует.

Один из подходов к количественному измерению инфраструктурного капитала заключается в оценке капитала естественных монополий, объединяющих транспорт, связь и водопроводные коммуникации, большая часть которых находится в государственной собственности, хотя и допускает частную. Другой подход состоит в рассмотрении исключительно части капитала, находящейся в государственной собственности. И то и другое определение инфраструктуры допускает искажения, которые связаны, во-первых, с неполнотой охвата из-за

исключения частного капитала и, во-вторых, с денежными измерителями, подверженными влиянию изменения цен.

Более распространенным является использование физических измерителей инфраструктурных сетей. В данной работе реализован именно этот подход и рассматриваются традиционные элементы инфраструктуры: железные дороги, автомобильные дороги и средства мобильной связи. Источником данных выступают справочники и отчеты государственной статистической службы; информация имеет панельную структуру; анализируемый период – с 1999 по 2007 г., в качестве регионов выступают субъекты Российской Федерации; число включенных в выборку субъектов РФ – 70<sup>2</sup>.

Роль и зависимость от инфраструктуры, которая относится к общественным благам, неодинаковые в различных секторах экономики. В связи с этим ее влияние неоднородно. Чтобы учесть данный факт, оценивание может быть выполнено для производственных функций, отражающих результаты экономики разного охвата, доступная статистическая информация позволяет наряду с оценками для валового регионального продукта делать расчеты для промышленности<sup>3</sup>. В связи с этим оценки проводились для регрессий, включающих разные формулировки зависимой переменной: валовой региональный продукт и продукция промышленности. Соответственно, в первом случае для оценки производственной функции использовались данные о среднегодовой численности населения в трудоспособном возрасте и основных фондах региона, а во втором случае – среднесписочная численность и основные фонды промышленности. Так как данные имеют панельную структуру и при оценивании используются модели с фиксированными временными и региональными эффектами, то показатели валового регионального продукта и продукции промышленности не корректировались с помощью индексов цен.

Регионы России сильно различаются по размерам территории и экономической активности, чтобы исключить корреляции масштабов и обеспечить сопоставимость данных выборки для оценивания, приняты показатели валового регионального продукта на душу населения и производительности труда в промышленности, основных производственных фондов на душу населения трудоспособного возраста и фондовооруженность труда в промышленности, а вместо протяженности железных и автомобильных дорог – их плотности; обеспеченность услугами мобильной связи оценивается на душу населения. (Описательная статистика исходных данных и корреляционная матрица приведены в приложении, п. 1.) Межрегиональная неоднородность производительности труда и плотности транспорт-

<sup>2</sup> Из-за отсутствия информации о железных дорогах исключены из выборки г. Москва и Санкт-Петербург, Чеченская Республика, Республика Тыва, Республика Алтай, Камчатская область, Магаданская область и Чукотский автономный округ, из-за отсутствия данных о сотовой связи из выборки исключены Московская область и Ленинградская область.

<sup>3</sup> Есть смысл выделить еще и сельское хозяйство, строительство и торговлю. Рассматривать отрасли транспорта, связи и услуг некорректно, так как они являются поставщиками услуг инфраструктуры. Но для сельского хозяйства, строительства и торговли в регулярной статистике для периода 1996–2007 гг. не представлен набор необходимых для эмпирических оценок показателей: выпуск продукции, среднесписочная численность занятых и основные фонды.



ной инфраструктуры – довольно высокая и стабильная во времени. Дисперсия показателя обеспеченности мобильной связью – большая в начале рассматриваемого периода, но существенно снижается в конце.

Корреляцию между независимыми переменными можно считать невысокой, но этого недостаточно, чтобы сделать вывод об отсутствии мультиколлинеарности. Более надежное заключение следует из регрессии каждой независимой переменной на остальные, где анализируется коэффициент детерминации или производная от него характеристика  $VIF = 1/(1-R^2)$ . Принятым критерием для тестирования мультиколлинеарности является присутствие  $VIF$  большего 10. Расчеты показали, что можно принять гипотезу об отсутствии мультиколлинеарности (см. приложение, п. 1).

#### 4. Оценки модели

Выбор и оценивание модели включали следующие шаги: 1) оценка модели (1), которая не предполагает наличия пространственных внешних эффектов элементов инфраструктуры; 2) тестирование остатков модели (1) на наличие пространственной корреляции, если гипотеза об отсутствии пространственной корреляции отклоняется, то проводилась оценка модели (2), где пространственные экстерналии инфраструктуры соседних регионов присутствуют.

Результаты оценок модели (1) показали, что значимый вклад в рост общей продуктивности дает мобильная связь, при этом транспортная инфраструктура не была такой эффективной. Эффект железных дорог оказался незначим в обеих регрессиях, автомобильные дороги дают положительный эффект для роста производительности труда в промышленности, в то время как для валового регионального продукта он незначим (см. приложение, п. 2).

Адекватность модели (1) зависит от структуры ошибок. Одной из исследуемых гипотез является наличие пространственных экстерналий, создаваемых элементами инфраструктуры, это означает, что ошибки модели (1) пространственно скоррелированы. Тестирование пространственной корреляции возможно с помощью  $I$ -статистики Морана:

$$I = \frac{n}{s_0} \times \frac{\hat{\epsilon} W \hat{\epsilon}}{\hat{\epsilon}' \hat{\epsilon}},$$

где  $n$  – число наблюдений;  $W$  – матрица пространственных весов;  $S_0$  – сумма элементов матрицы пространственных весов;  $\hat{\epsilon}$  – вектор оценок ошибок регрессии. Нулевая гипотеза теста состоит в отсутствии пространственной корреляции ошибок. Статистика Морана требует экзогенно заданную матрицу пространственных весов, задающую структуру пространственной зависимости, но последняя, как правило, неизвестна. В связи с этим для тестирования и последующего оценивания применялись две матрицы, использующие различные гипотезы о мас-



штабах распространения за границы территории локальных изменений в инфраструктуре: бинарная матрица соседства, предполагающая влияние только на граничащие регионы, и матрица расстояний, которая допускает распространение эффектов на всю территорию страны и ставит их в зависимость от расстояний<sup>4</sup>.

Тест Морана показал, во-первых, наличие пространственной корреляции ошибки и, во-вторых, что для регрессии валового регионального продукта матрица соседства является лучшей аппроксимацией структуры пространственных связей, чем матрица расстояний. Для регрессии производительности труда в промышленности могут использоваться как матрица соседства, так и матрица расстояний (см. приложение, п. 2). Таким образом, следует перейти к модели (2), т.е. расширить модель (1) за счет включения пространственных внешних эффектов элементов инфраструктуры и принять в качестве матрицы пространственных весов бинарную матрицу соседства, которая оказалась более универсальной.

Оценка модели (2) с фиксированными региональными и временными эффектами показала следующие результаты: во-первых, транспортная инфраструктура не дает значимого эффекта для общей производительности в стране, во-вторых, мобильная связь является фактором роста продуктивности, в-третьих, влияние инфраструктуры выходит за границы регионов, но оказывается различным для разных элементов: положительным – со стороны автомобильных дорог и отрицательным – со стороны мобильной связи (см. приложение, п. 3).

Еще одна проблема, требующая внимания, состоит в эндогенности – отсутствие прогресса в развитии инфраструктуры может снижать темпы экономического развития, которое, в свою очередь, формирует спрос на инфраструктурный капитал. Эндогенность выдвигает вопрос об инструментальных переменных, один из рекомендованных вариантов состоит в использовании лаговых значений переменных, они не связаны с ошибкой, при этом имеют высокую корреляцию с инструментируемыми переменными благодаря инерционности экономических процессов. Тест Хаусмана подтвердил присутствие эндогенности и целесообразность использования инструментальных переменных (см. приложение, п. 3).

Таким образом, завершающий этап расчетов состоял в оценивании модели (2) с помощью инструментальных переменных. Расчеты для страны в целом показали, что транспортная инфраструктура не имеет значимого положительного эффекта на производительность как общего конечного продукта, так и продукцию промышленности (см. приложение, п. 4). Гипотеза о равенстве нулю коэффициентов при переменных плотности автомобильных и железных дорог не может быть отвергнута в обеих регрессиях. При этом из получен-

<sup>4</sup> Оценкой расстояний  $d_{ij}$  в матрице пространственных весов было кратчайшее расстояние между региональными центрами по автомобильным дорогам. Источником информации о протяженности автомобильных дорог стала информационная система АвтоТрансИнфо (режим доступа: <http://www.ati.su/>). При построении матрицы соседства было сделано предположение, что Калининградская область имеет морскую границу с Ленинградской областью по Балтийскому морю.

ных оценок следует, что мобильные коммуникации положительно влияют на показатели развития всей экономики и промышленного производства в частности. Оценки эластичностей выпуска несколько выше для промышленности (0,2), чем для конечного продукта в целом (0,17). Таким образом, гипотеза о том, что инфраструктура является фактором роста производительности труда подтвердилась для мобильной связи и не нашла подтверждения для автомобильного и железнодорожного транспорта.

Предположение о наличии пространственных внешних эффектов, генерируемых инфраструктурой, также получило частичное подтверждение, статистически значимыми оказались пространственные экстерналии автомобильных дорог (положительные) и мобильной связи (отрицательные). Причем по автомобильным дорогам оценки совпадают как для всей экономики, так и для отрасли промышленности. По мобильной же связи внешние эффекты оказались значимыми только для общей экономической активности, что является вполне естественным и объясняется доминированием других факторов в отрасли промышленности.

Учитывая существенные различия в плотности населения и экономической активности в западных и восточных регионах страны, что не может не отразиться на тесноте межрегиональных связей, имеет смысл провести расчеты для соответствующих подгрупп территорий. Оценки для западной и восточной частей страны, действительно, дали различные результаты (см. приложение, п. 4). Вклад железнодорожных сетей оказался положительным и значимым для промышленности западных регионов в отличие от восточных регионов, где их эффект не проявился. Инфраструктура мобильной связи была фактором развития как в западной, так и в восточной частях страны. Но пространственные экстерналии инфраструктуры – более сильные на европейской территории России. Этот результат является довольно естественным, так как структура экономической активности западной части страны предъявляет больше требований к услугам инфраструктурных отраслей и регионы имеют более тесные связи.

## 5. Заключение

Эффективная инфраструктура очень важна для развития России, где география размещения производственных мощностей и населения отличается слабой плотностью и большими расстояниями. В работе рассматривались две проблемы, во-первых, насколько эффективна существующая система коммуникаций и, во-вторых, насколько обоснована концентрация принятия решений и инвестиционных ресурсов, связанных с финансированием инфраструктуры, на федеральном уровне. Решение этих вопросов находится в области формирования оптимальной институциональной среды, поддерживающей развитие инфраструктуры.

Первый вывод, который следует из полученных оценок, состоит в том, что транспортная инфраструктура (железные и автомобильные дороги) не является фактором роста производительности в России в целом. Однако заключения несколько меняются, если выделить две части страны: западную и восточную. В европейской части России железные дороги оказываются более продуктивными и значимыми, чем в восточной, несмотря на то что существует распространенное мнение о лимитирующей роли транспортной инфраструктуры именно в Сибири и на Дальнем Востоке.

Неэффективность предложения и ненадежность услуг транспортной инфраструктуры могут являться результатом дефектов организационной и институциональной структур, что проявляется, во-первых, в отсутствии проконкурентного регулирования и барьеров для входа частного капитала и, во-вторых, в политическом давлении и в нерыночных мотивациях. Транспортная инфраструктура в России – это сфера, где доминирует государственное управление и решения подвержены большому политическому влиянию, что вызывает значительные отклонения от принципов экономической эффективности. Размер инвестиций, направляемых на устранение дефицита инфраструктуры, является обычно решением, в которое вовлечено государство, и подвержен лоббированию со стороны промышленных и региональных групп, в результате неизбежны искажения и неоптимальные решения относительно предоставления инфраструктурных услуг, особенно в долгосрочной перспективе.

В то же время оценки влияния инфраструктуры мобильной связи на экономические показатели оказались значимыми и положительными. Очевидно, это стало результатом более активных технологических инноваций в отрасли связи, менее активного участия государства и более эффективной организации работы в секторе.

Россия – федеративное государство с децентрализованным управлением, включающим национальный, субфедеральный и местный уровни власти, каждый из которых по-разному участвует в финансировании инфраструктурных услуг. Вопрос об эффективности распределения полномочий между уровнями государственной власти в финансировании инфраструктуры определяется протяженностью ее пространственных внешних эффектов. Качество оценки эффективности инфраструктуры зависит от корректности оценок экстерналий, и критерием оптимальности институциональной среды является степень их интернализации.

Вторым результатом полученных оценок стал вывод о том, что элементы инфраструктуры создают внешние эффекты, которые влияют на экономические результаты соседних территорий, но при этом они более сильные в европейской части страны. Различия в структуре, поведении и величине пространственных экстерналий для разных территорий послужили аргументами в пользу частичного пере-

распределения функций по принятию решений от федерального центра в пользу субфедерального уровня управления. Однако в последнее время наблюдалась противоположная тенденция, соответствующие финансовые ресурсы продолжали концентрироваться у центрального правительства.

Результаты оценок показали, что имеет место неэффективность в развитии транспортной инфраструктуры в России. Возможно, дефицит физических элементов инфраструктуры транспорта не такой серьезный, как это заявляется. Но требуются улучшения в эффективности размещения и использования существующих сетей, улучшение менеджмента, тарифной политики, надежности и качества. В качестве направлений реформирования управления могут быть предложены частичная децентрализация и делегирование полномочий региональным органам власти и более широкое партнерство с частным сектором.

## ПРИЛОЖЕНИЕ

### 1. Описательная статистика исходных данных и корреляционная матрица

Таблица 1

Описательная статистика: средняя и вариация переменных  
по регионам России

Показатель	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Валовой региональный продукт на душу населения, тыс. руб.									
Минимум	17,2	25,6	38,6	50,4	55,9	73,4	83,5	106,1	143,9
Максимум	180,7	339,3	420,0	535,0	659,3	832,2	1171,6	1389,9	1480,9
Среднее	50,9	74,8	93,8	114,1	138,9	175,0	213,5	259,0	328,3
Стандартное отклонение	27,3	54,1	65,3	82,2	100,6	129,2	172,6	200,4	238,8
Производительность труда в промышленности, тыс. руб.									
Минимум	34,9	40,1	59,7	70,0	82,1	122,3	151,3	177	163,6
Максимум	773,6	1222,3	1220,7	1463,9	1820,5	2750,3	4653,3	5753,2	6000,7
Среднее	170,2	241,0	285,1	339,8	424,2	551,8	753,0	918,3	1114,5
Стандартное отклонение	116,6	175,1	181,0	209,1	252,6	372,6	577,9	724,7	868,4
Плотность автомобильных дорог, км на км <sup>2</sup>									
Минимум	2	2	2	1	1	1	1	1	1
Максимум	327	343	347	349	352	356	367	471	525
Среднее	109,7	111,0	111,4	112,7	113,3	113,7	111,3	127,2	134,2
Стандартное отклонение	80,4	81,4	81,3	82,5	83,0	83,3	84,7	101,9	109,4

Окончание табл. 1

Показатель	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Плотность железных дорог, км на км <sup>2</sup>									
Минимум	1	1	1	1	1	1	1	1	2
Максимум	583	583	574	575	574	574	575	575	574
Среднее	162,3	162,4	161,8	161,1	161,8	161,6	160,1	159,9	159,8
Стандартное отклонение	110,8	110,8	109,7	109,3	108,7	108,6	108,4	108,5	108,2
Терминалы сотовой связи на душу населения, шт.									
Минимум	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,02	0,54
Максимум	0,10	0,19	0,40	0,69	1,10	1,61	2,19	2,54	2,86
Среднее	0,004	0,01	0,02	0,07	0,16	0,38	0,73	0,99	1,12
Стандартное отклонение	0,01	0,02	0,05	0,10	0,16	0,25	0,34	0,32	0,30
Основные фонды на душу населения, тыс. руб.									
Минимум	86,5	97,3	106,0	136,6	177,0	179,6	187,4	211,0	338,1
Максимум	450,9	792,5	1436,4	1867,9	2026,9	2206,0	2858,4	3443,3	4030,6
Среднее	227,2	272,3	318,0	379,2	456,7	487,6	559,6	633,1	786,7
Стандартное отклонение	71,7	103,2	158,4	203,2	223,8	244,9	318,0	386,3	452,0
Фондовооруженность труда в промышленности, тыс. руб.									
Минимум	45,9	50,9	67	40,5	132,8	145,0	178,1	190,3	194,6
Максимум	1255,2	1480,3	1937,4	3201,7	3563,7	4076,5	5258,8	6480,2	7856,0
Среднее	280,8	276,3	311,7	424,8	465,2	515,8	633,0	748,6	907,1
Стандартное отклонение	192,0	209,1	260,7	384,6	426,9	478,1	615,7	769,4	945,1

Источник: статистические справочники «Регионы России».

Таблица 2

## Матрица корреляции

Переменная	ВРП на душу населения	Производительность труда в промышленности	Основные фонды на душу населения	Фондовооруженность труда в промышленности	Плотность автомобильных дорог	Плотность железных дорог	Терминалы сотовой связи на душу населения
	1	2	3	4	5	6	7
1	1,00						
2	0,896	1,00					
3	0,879	0,833	1,00				
4	0,775	0,823	0,836	1,00			
5	-0,352	-0,330	-0,409	-0,532	1,00		
6	-0,301	-0,257	-0,340	-0,463	0,837	1,00	
7	0,764	0,734	0,710	0,5320	0,037	0,026	1,00

Источник: оценки автора.

**Тестирование на мультиколлинеарность****Таблица 3***VIF*: регрессии с валовым региональным продуктом на душу населения

Переменная	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	Весь массив
Основные фонды	5,59	4,87	4,55	5,01	4,89	4,87	3,91	4,24	4,02	4,01
Плотность автодорог	4,03	3,97	3,68	3,89	3,71	3,85	3,34	3,39	3,28	3,34
Плотность железных дорог	2,06	1,78	1,78	1,83	1,90	2,01	1,75	1,81	1,81	3,27
Терминалы сотовой связи	1,04	1,07	1,06	1,08	1,08	1,21	1,22	1,17	1,22	2,73

*Источник:* оценки автора.**Таблица 4***VIF*: регрессии с производительностью труда в промышленности

Переменная	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	Весь массив
Фондовооруженность	4,77	5,2	4,17	4,83	4,40	4,33	3,58	4,19	4,06	3,97
Плотность автодорог	3,98	3,95	3,68	3,80	3,65	3,83	3,40	3,35	3,28	3,35
Плотность железных дорог	1,99	2,43	1,73	2,13	2,04	1,83	1,58	1,97	1,78	2,42
Терминалы сотовой связи	1,04	1,15	1,05	1,15	1,15	1,19	1,19	1,21	1,18	1,74

*Источник:* оценки автора.**2. Модель (1) без пространственных внешних эффектов****Таблица 5**

Оценки модели (1) \*

Переменная	Коэффициент	<i>p-value</i>	Коэффициент	<i>p-value</i>
	Валовой региональный продукт на душу населения		Производительность труда в промышленности	
Основной капитал	<b>0,820</b>	<b>0,000</b>	<b>0.469</b>	<b>0.000</b>
Плотность автодорог	0,114	0,058	<b>0.207</b>	<b>0.009</b>
Плотность железных дорог	-0,110	0,410	0.072	0.686
Терминалы сотовой связи	<b>0,107</b>	<b>0,000</b>	<b>0.175</b>	<b>0.000</b>
Константа	0,159	0,828	<b>2.345</b>	<b>0.012</b>
Количество наблюдений	610		610	
Число регионов	70		70	
$R^2_{within}$	0,94		0,90	

*Источник:* оценки автора.

\* Полу жирным шрифтом в таблице выделены статистически значимые зависимости.

Таблица 6

Тест ошибок на наличие пространственной корреляции.  
*I*-статистика Морана. Бинарная матрица соседства

Год	Валовой региональный продукт на душу населения				Производительность труда в промышленности			
	<i>I</i>	<i>E(I)</i>	<i>z</i>	<i>p-value</i>	<i>I</i>	<i>E(I)</i>	<i>z</i>	<i>p-value</i>
1999	0,275	-0,013	3,625	0,000	0,452	-0,013	5,969	0,000
2000	0,219	-0,013	2,955	0,002	0,488	-0,013	6,403	0,000
2001	0,246	-0,013	3,308	0,000	0,457	-0,013	6,018	0,000
2002	0,263	-0,013	3,560	0,000	0,469	-0,013	6,192	0,000
2003	0,189	-0,013	2,614	0,004	0,460	-0,013	6,043	0,000
2004	0,170	-0,013	2,349	0,009	0,450	-0,013	5,911	0,000
2005	0,218	-0,013	2,971	0,001	0,482	-0,013	6,265	0,000
2006	0,262	-0,013	3,510	0,000	0,490	-0,013	6,382	0,000
2007	0,259	-0,013	3,442	0,000	0,420	-0,013	5,640	0,000

Источник: оценки автора.

Таблица 7

Тест ошибок на наличие пространственной корреляции.  
*I*-статистика Морана. Матрица расстояний

Год	Валовой региональный продукт на душу населения				Производительность труда в промышленности			
	<i>I</i>	<i>E(I)</i>	<i>z</i>	<i>p-value</i>	<i>I</i>	<i>E(I)</i>	<i>z</i>	<i>p-value</i>
1999	0,152	-0,013	2,751	0,003	0,193	-0,013	3,492	0,000
2000	0,067	-0,013	1,340	0,090	0,187	-0,013	3,382	0,000
2001	0,087	-0,013	1,686	0,046	0,161	-0,013	2,943	0,002
2002	0,086	-0,013	1,680	0,046	0,182	-0,013	3,309	0,000
2003	0,051	-0,013	1,089	0,138	0,222	-0,013	3,955	0,000
2004	0,080	-0,013	1,571	0,058	0,249	-0,013	4,422	0,000
2005	0,090	-0,013	1,750	0,040	0,260	-0,013	4,559	0,000
2006	0,109	-0,013	2,048	0,020	0,269	-0,013	4,725	0,000
2007	0,127	-0,013	2,332	0,010	0,219	-0,013	3,906	0,000

Источник: оценки автора.



**3. Модель (2) с пространственными внешними эффектами****Таблица 8**

Оценки модели (2): все регионы\*

Переменная	Коэффициент	<i>p-value</i>	Коэффициент	<i>p-value</i>
	Валовой региональный продукт на душу населения		Производительность труда в промышленности	
Основной капитал	<b>0,796</b>	<b>0,000</b>	<b>0,434</b>	<b>0,000</b>
Плотность автодорог	0,026	0,659	0,067	0,403
Плотность железных дорог	-0,061	0,639	0,098	0,571
Терминалы сотовой связи	<b>0,116</b>	<b>0,000</b>	<b>0,149</b>	<b>0,000</b>
Пространственные внешние эффекты автодорог	<b>0,141</b>	<b>0,000</b>	<b>0,152</b>	<b>0,000</b>
Пространственные внешние эффекты железных дорог	-0,046	0,260	-0,098	0,074
Пространственные внешние эффекты сотовой связи	<b>-0,004</b>	<b>0,010</b>	<b>0,006</b>	<b>0,002</b>
Константа	-1,420	0,233	2,051	0,193
Количество наблюдений	610		610	
Число регионов	70		70	
$R^2_{within}$	94,1		90,8	

Источник: оценки автора.

\* Полу жирным шрифтом в таблице выделены статистически значимые зависимости.

**Таблица 9**

Тест на эндогенность. Валовой региональный продукт на душу населения

Переменная	Оценка		Разность ( <i>b</i> – <i>B</i> )	Стандартная ошибка
	эффективная ( <i>B</i> )	состоятельная ( <i>b</i> )		
Основной капитал	0,796	0,584	-0,212	0,045
Плотность автодорог	0,026	-0,025	-0,051	0,236
Плотность железных дорог	-0,061	-0,031	-0,020	0,368
Терминалы сотовой связи	0,116	0,168	0,052	0,008
Пространственные внешние эффекты автодорог	0,141	0,163	0,023	0,021
Пространственные внешние эффекты железных дорог	-0,046	-0,019	0,026	0,350
Пространственные внешние эффекты сотовой связи	-0,004	-0,008	-0,004	0,001

Источник: оценки автора.

**Примечание.** Тест Хаусмана. Но: разность коэффициентов незначима, $\chi^2(7) = (b-B)'[(\text{Var}(b) - \text{Var}(B))^{-1}](b-B) = 57,95$ , Prob.  $> \chi^2 = 0,0000$ .

Таблица 10

Тест на эндогенность. Производительность труда в промышленности

Переменная	Оценка		Разность ( $b-B$ )	Стандартная ошибка эффективная ( $B$ )
	эффективная ( $B$ )	состоятельная ( $b$ )		
Основной капитал	0,434	0,353	-0,081	0,023
Плотность автодорог	0,067	0,207	0,140	0,327
Плотность железных дорог	0,098	0,611	0,513	0,528
Терминалы сотовой связи	0,149	0,200	0,052	0,012
Пространственные внешние эффекты автодорог	0,152	0,137	-0,016	0,036
Пространственные внешние эффекты железных дорог	-0,098	-0,091	0,007	0,016
Пространственные внешние эффекты сотовой связи	0,006	-0,003	-0,008	0,002

*Источник:* оценки автора.

**Примечание.** Тест Хаусмана. Но: разность коэффициентов незначимая,  
 $\chi^2(7) = (b-B)'[(\text{Var}(b)-\text{Var}(B))^{-1}](b-B) = 37,08$ , Prob.  $> \chi^2 = 0,0000$ .

#### 4. Модель (2) с пространственными внешними эффектами. Оценка с инструментальными переменными

Таблица 11

Оценка с инструментальными переменными модели (2):  
все регионы\*

Переменная	Валовой региональный продукт на душу населения		Производительность труда в промышленности	
	коэффициент	$p$ -value	коэффициент	$p$ -value
Основной капитал	<b>0,584</b>	<b>0,000</b>	<b>0,353</b>	<b>0,000</b>
Плотность автодорог	-0,025	0,919	0,207	0,539
Плотность железных дорог	-0,031	0,937	0,611	0,271
Терминалы сотовой связи	<b>0,168</b>	<b>0,000</b>	<b>0,200</b>	<b>0,000</b>
Пространственные внешние эффекты автодорог	<b>0,163</b>	<b>0,000</b>	<b>0,137</b>	<b>0,003</b>
Пространственные внешние эффекты железных до- рог	-0,019	0,609	-0,091	0,111
Пространственные внешние эффекты сотовой свя- зи	<b>-0,008</b>	<b>0,000</b>	-0,003	0,274
Константа	-0,996	0,614	0,287	0,919
Количество наблюдений	539		539	
Число регионов	70		70	
$R^2_{within}$	93,4		87,8	

*Источник:* оценки автора.

\* Полужирным шрифтом в таблице выделены статистически значимые зависимости.

Таблица 12

Оценка с инструментальными переменными модели (2):  
западная часть страны\*

Переменная	Валовой региональный продукт на душу населения		Производительность труда в промышленности	
	коэффициент	<i>p-value</i>	коэффициент	<i>p-value</i>
Основной капитал	<b>0,560</b>	<b>0,000</b>	<b>0,303</b>	<b>0,000</b>
Плотность автодорог	0,222	0,563	0,384	0,450
Плотность железных дорог	0,669	0,065	<b>1,645</b>	<b>0,002</b>
Терминалы сотовой связи	<b>0,169</b>	<b>0,000</b>	<b>0,211</b>	<b>0,000</b>
Пространственные внешние эффекты автодорог	<b>0,132</b>	<b>0,001</b>	<b>0,119</b>	<b>0,044</b>
Пространственные внешние эффекты железных дорог	-0,005	0,965	0,234	0,170
Пространственные внешние эффекты сотовой связи	<b>-0,007</b>	<b>0,001</b>	-0,002	0,600
Константа	-5,686	0,151	<b>-13,916</b>	<b>0,016</b>
Количество наблюдений	386		386	
Число регионов	50		50	
$R^2_{within}$	93,9		89,0	

Источник: оценки автора.

\* Полужирным шрифтом в таблице выделены статистически значимые зависимости.

Таблица 13

Оценка с инструментальными переменными модели (2):  
восточная часть страны\*

Переменная	Валовой региональный продукт на душу населения		Производительность труда в промышленности	
	коэффициент	<i>p-value</i>	коэффициент	<i>p-value</i>
Основной капитал	<b>0,564</b>	<b>0,010</b>	<b>0,384</b>	<b>0,017</b>
Плотность автодорог	1,143	0,311	-0,019	0,908
Плотность железных дорог	-2,611	0,194	-2,351	0,357
Терминалы сотовой связи	<b>0,149</b>	<b>0,000</b>	<b>0,164</b>	<b>0,000</b>
Пространственные внешние эффекты автодорог	0,169	0,093	0,193	0,113
Пространственные внешние эффекты железных дорог	-0,074	0,384	<b>-0,221</b>	<b>0,035</b>
Пространственные внешние эффекты сотовой связи	-0,007	0,192	-0,004	0,565
Константа	-0,975	0,492	<b>8,253</b>	<b>0,301</b>
Количество наблюдений	153		153	
Число регионов	20		20	
$R^2_{within}$	80,8		77,0	

Источник: оценки автора.

\* Полужирным шрифтом в таблице выделены статистически значимые зависимости.

## Литература

- Aushauer D.** (1989). Is Public Expenditure Productive? // *J. of Money, Credit and Banking*. Vol. 23. № 177–200.
- Cadot O., Roler L.-H., Stephan A.** (2002). Contribution to Productivity or Pork Barrel? The Two Faces of Infrastructure Investment // *HEC. Discussion Paper FC IV 02-09*.
- Canning D., Pedroni P.** (2004). The Effect of Infrastructure on Long Run Economic Growth // *Harvard University Discussion Paper*.
- Cohen J., Monaco K.** (2008). Ports and Highways Infrastructure. An Analysis of Intra- and Interstate Spillovers // *International Regional Science Rev.* Vol. 31. P. 257–274.
- Holtz-Eakin H.** (1994). Public Sector Capital and the Productivity Puzzle // *Rev. of Econ. and Statistics*. Vol. 76. P. 12–21.
- Holtz-Eakin H., Lovely M.E.** (1996). Scale Economies, Returns to Variety, and the Productivity of Public Infrastructure // *Regional Science and Urban Econ.* Vol. 26. P. 105–123.
- Hulten C.R.** (1997). Infrastructure Capital and Economic Growth; How Well You Use It May Be More Important Than How Much You Have // *National Bureau of Econ. Research. USA. NBER Working Paper № 5847*.
- Kelejian H., Robinson D.** (1997). Infrastructure Productivity Estimation and its Underlying Econometric Specifications: A Sensitivity Analysis // *Papers in Regional Science*. Vol. 76. P. 116–131.
- Martin P., Rogers C.A.** (1995). Industrial Location and Public Infrastructure // *J. of International Econ.* Vol. 39. P. 335–351.
- Moreno R., Lopez-Bazo E.** (2007). Returns to Local and Transport Infrastructure under Regional Spillovers // *International Regional Science Re.* Vol. 30. P. 47–71.
- Morrison C.J., Schwartz A.E.** (1996). State Infrastructure and Productive Performance // *American Econ. Rev.* Vol. 86. P. 1095–1111.
- Nadiri I., Mamuneas T.** (1994). The Effects of Public Infrastructure and R&D Capital on the Cost Structure and Performance of U.S. Manufacturing Industries // *The Rev. of Econ. and Statistics*. Vol. 76. P. 22–37.
- Nijkamp P., Poot J.** (2003). Meta Analysis of the Impact of Fiscal Policies on Long-Run Growth // *Tinbergen Institute Discussion Paper. TI 2002-028/3*.
- Norton S.** (1992). Transaction costs, Telecommunications and the Microeconomics of Macroeconomic Growth // *Economic Development and Cultural Change*. Vol. 40. P. 175–196.
- Rietveld P.** (1995). Infrastructure and Spatial Economic Development // *Annals of Regional Science*. Vol. 29. P. 117–119.
- Stephan A.** (1997). The Impact of Road Infrastructure on Productivity and Growth: Some Preliminary Results for the German Manufacturing Sector // *WZB. Discussion Paper FS IV 97–47*.
- Straub S.** (2007). Infrastructure and Development: A Critical Appraisal of the Macro Level Literature // *The World Bank. Mimeo*.
- Straub S., Vellutini C., Warlters M.** (2008). Infrastructure and Economic Growth in East Asia // *The World Bank. Policy Research Working Paper № 4589*.  
Поступила в редакцию 31 января 2011 г.

E.A. Kolomak,

Institute of Economics and Industrial Engineering SB RAS, Novosibirsk

## **Efficiency of Infrastructure Capital in Russia**

Aim of the study is to estimate contribution of infrastructure capital in labor productivity in Russia. We measure stock of the traditional infrastructure sectors: communication, railways and paved roads. The idea of the econometric estimates is to expand a production function including infrastructure capital stock and spatial externalities of neighboring regions. The results show that transport infrastructure does not contribute to productivity, impact of communication infrastructure is positive and significant, spatial spillovers generated by infrastructure are different for western and eastern parts of Russia.

**Keywords:** *infrastructure, economic development, spatial externalities, Russian regions.*

JEL classification: H41, O40, R11.